

## ПРИМЕНЕНИЕ ОРТОФОТОПЛАНОВ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И ЗЕМЕЛЬНОМ КАДАСТРЕ

**С.В.УШНОВА, Ч.Н.ЖЕЛТКО, Я.И.ЖУЛИН**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: ushnovasv@mail.ru, chnzheldtko@mail.ru*

Ортофотопланы всё шире используются как картографическая основа для различных работ на местности. Целью исследований, результаты которых приведены в статье, является обоснование целесообразности использования фотопланов (ортофотопланов) на бумажной основе или в электронном виде для землеустройства и кадастров взамен многих других информационных моделей местности.

**Ключевые слова:** фототопография, аэрофотоснимки, ортофотоплан, картографическая основа.

Наряду с разными методами топографической съёмки основным методом создания топографических, земельно-кадастровых планов и карт на значительные площади является аэрофототопографический. Это объясняется его более высокой производительностью и меньшей стоимостью работ по сравнению с традиционными наземными методами.

Особенно эффективно выполнение аэрофотосъёмки с помощью автоматизированных систем, включающих аэрофотокамеры с высокой разрешающей способностью, бортовые и наземные GPS - приемники и другую аппаратуру, с помощью которых значительно сокращаются объёмы полевых работ и создаются карты и фотодокументы, масштабы которых могут быть в 10-15 раз крупнее исходных.

Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков, выполняемая с применением современной фотограмметрической техники, позволяет в короткие сроки выполнить весь комплекс работ от сканирования аэрофотоснимков до создания цифровых моделей местности и рельефа, ортофотопланов и ортофотокарт любых масштабов.

Использование цифровых аэрофотосъёмочных данных сегодня уже может считаться главной технологической тенденцией отрасли. Фотограмметрические

методы могут при достижении максимальной точности и полноты результирующих данных обеспечить важнейшее условие эффективного хозяйствования: максимально возможное количество продукции (в данном случае, информации) на единицу затрат.

Ортофотоплан - это фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный путём аэрофотосъемки с последующим преобразованием аэроснимков из центральной проекции в ортогональную [2]. Целесообразность применения ортофотопланов всеми участниками земельных правоотношений обусловлена следующими причинами:

- наличием значительно устаревшего картографического материала 80-х годов;

- более высокими требованиями к точностным параметрам картографической основы, используемой для целей ведения Государственного земельного кадастра объектов недвижимости;

- наличием всевозможных накладок и ошибок, выявляемых по результатам проведения межевания земель и осуществления функций государственного кадастрового учета;

- возникшей необходимостью решать сложные и спорные вопросы регулирования земельных отношений между различными субъектами правоотношений;

- нововведениями и преобразованиями в системе ведения государственного кадастрового учета,

- активным развитием бизнеса и привлечением инвестиций в экономику регионов и т.д.

Краснодарский край в 2007 году попал в пилотный проект по созданию единой цифровой картографической основы в регионе с последующим нанесением на неё векторных слоев кадастрового деления. Были изготовлены ортофотопланы на межселенную территорию и населенные пункты, преобразована кадастровая информация с учётом вновь полученных материалов.

В настоящее время вся территория Краснодарского края покрыта ортофотопланами масштабов 1:10000 и 1:2000. Ортофотопланы открыли новые возможности и перспективы развития земельно-кадастровых работ для всех возможных потенциальных пользователей. Данные материалы оказались особенно важны при создании векторных слоев кадастрового деления, приведения их в единую местную систему координат МСК-23 из различных действующих систем на территории Краснодарского края. Процесс ведения Государственного кадастра объектов недвижимости был выведен на принципиально новый уровень качества и контроля по всей территории региона.

По итогам выполненных работ наглядно выявлено значительное количество существующих ошибок, совершенных в технологии ведения учета характеристик и местоположения земельных участков. Грубые ошибки технического характера такие как, наложение границ смежных земельных участков, ошибочное местоположение участков сельскохозяйственного назначения, смещение и поворот границ учтенных земель, отображены на рисунках 1, 2, 3.



Рисунок 1- Наложение границ земельного участка автомобильной дороги на смежные земельные участки индивидуальных жилых строений.

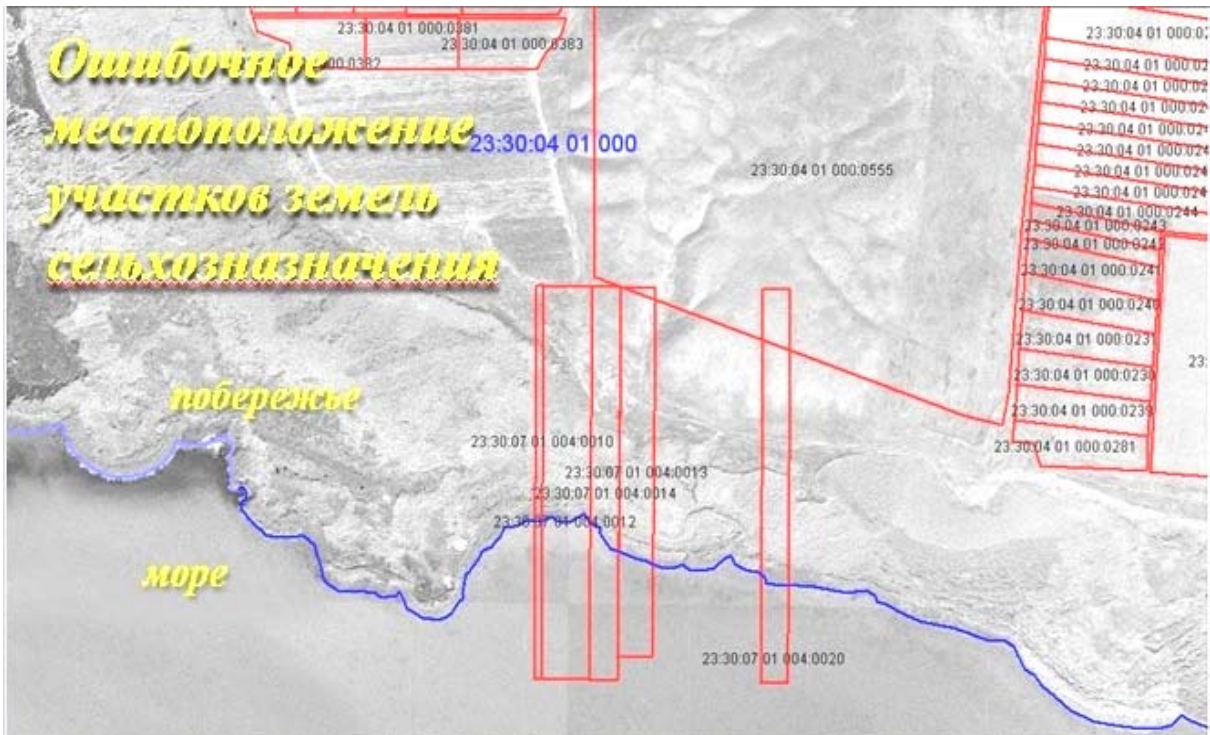


Рисунок 2 – Изображение ошибочного местоположения границ земельных участков земель сельскохозяйственного назначения.

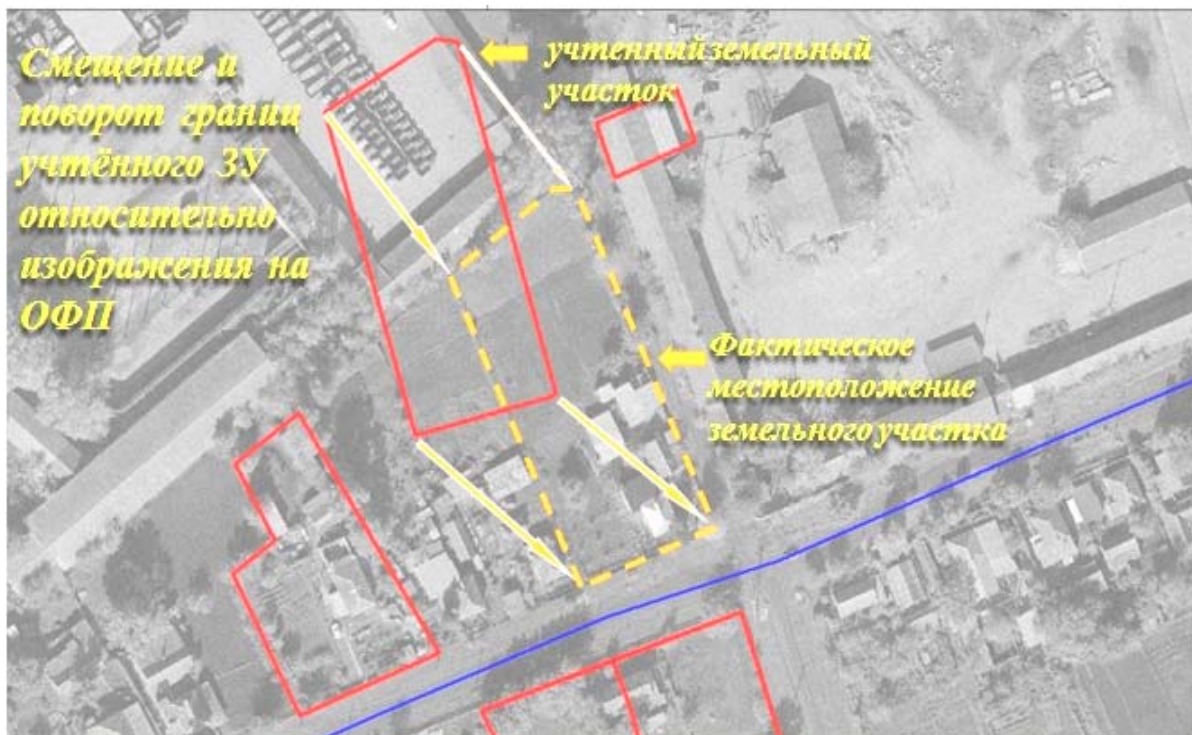


Рисунок 3 – Смещение и поворот границ учтённого земельного участка относительно своего фактического местоположения.

Также была проделана большая работа по приведению описаний границ населенных пунктов в соответствии с их фактическим местоположением по

изображению фотоплана. Ранее основой служили карты крупных масштабов, где изображена местность в условных знаках, что в значительной степени делало координирование границ условно точным (рисунок 4). Ортофотопланы, в свою очередь, отображают реальную картину местности в проекции на плоскость, позволяя точно координировать и описывать поворотные точки границ по характерным изображениям объектов на местности.

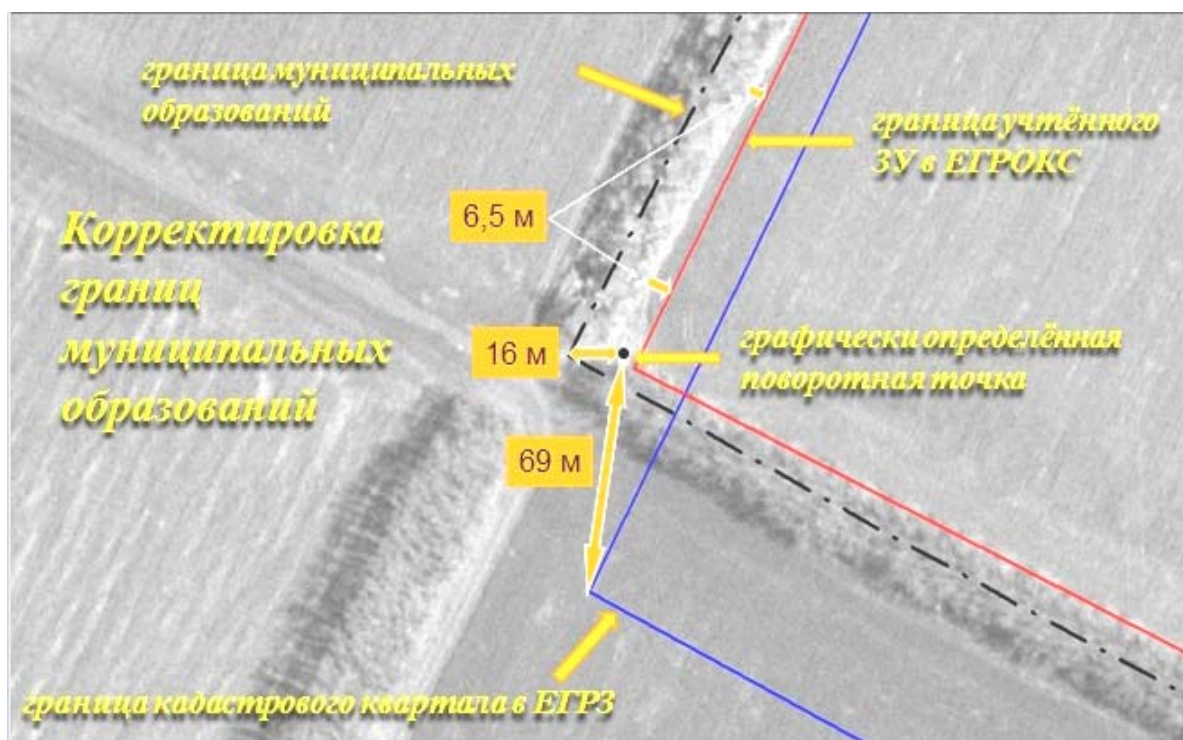


Рисунок 4 – Корректировка границ муниципальных образований по изображению ортофотоплана в соответствии с их фактическим местоположением и с утвержденным описанием поворотных точек.

Для решения различного уровня задач в области реализации земельной политики государства ортофотопланы в качестве картографической основы уже активно используют многие организации и ведомства:

- специалисты, осуществляющие государственный кадастровый учет;
- межевые организации, кадастровые инженеры;
- различные структуры и ведомства, осуществляющие контроль за использованием земель;
- органы архитектуры и градостроительства;
- администрации муниципальных образований и сельских поселений;

- сельскохозяйственные предприятия;
- лесники, экологи, дорожники т.д.

Например, важным аспектом, ускорившим изготовление генеральных планов населенных пунктов, явились непосредственно ортофотопланы. Также в короткие сроки были утверждены и поставлены на Государственный кадастровый учет существующие окружные границы муниципалитетов.

Наглядность и точность ортофотопланов сделали возможным заменить полевые инструментальные работы по координированию поворотных точек границ на камеральные. Стоимость и сроки всего производственного процесса при этом в значительной степени сокращаются за счет практически полного отсутствия полевых работ. Особенно это актуально для больших площадных объектов со значительным количеством поворотных точек окружной границы.

Например, использование фотопланов значительно упростило уточнение уже существующих границ лесничеств, поскольку в программном продукте на географически привязанную растровую основу одновременно накладывают в векторном виде материалы лесоустройства, границы земельных участков леса, ранее учтенные и уточненные, границы смежных землепользователей, границы кадастровых кварталов (рисунок 5).

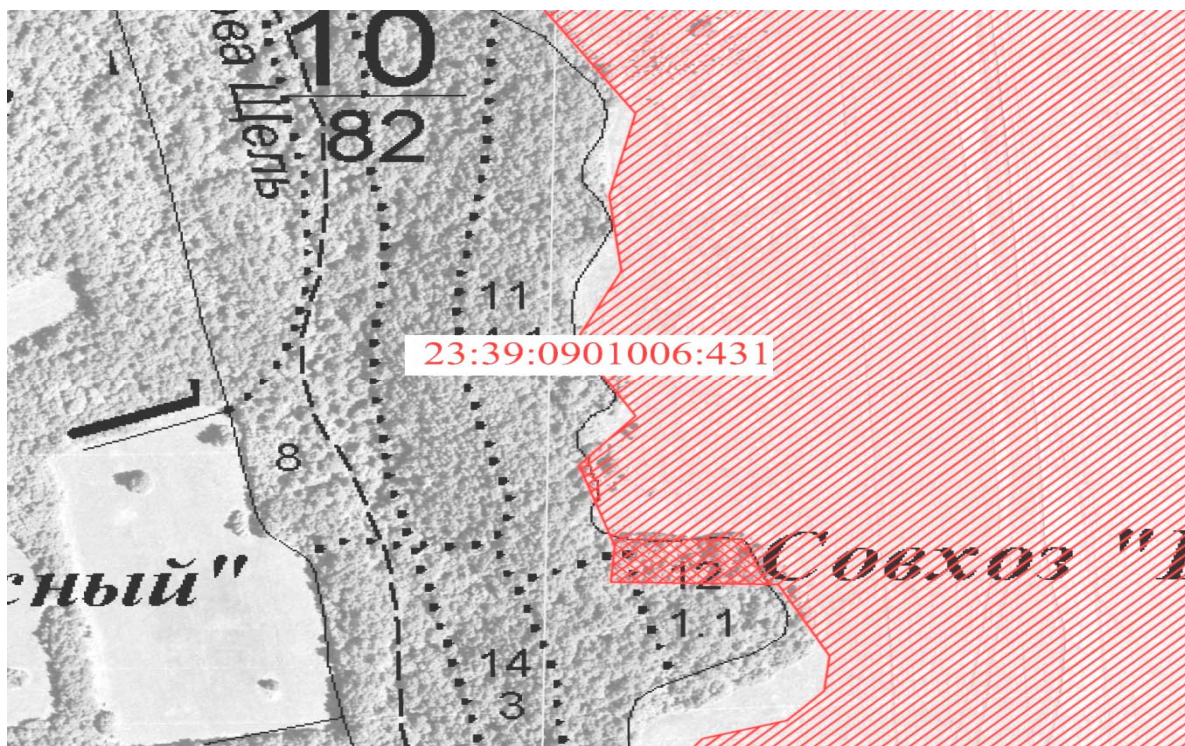


Рисунок 5 – Фрагмент корректировки границ земельного участка лесничества с нанесенными границами материалов лесоустройства и смежных землепользователей.

Полевые работы по межеванию федеральных лесов – это сезонные работы, осложненные характером местности: лесные массивы в крае расположены в основном в горах, а также отсутствие в некоторых местах исходных пунктов государственной геодезической сети. Но основной определяющий фактор – это сроки и стоимость межевания участков, площадью в несколько тысяч гектаров.

Технология корректировки границ по ортофотопланам даёт возможность учесть все тонкости без полевых инструментальных работ, обеспечив наглядность и компактность процесса. Полный комплекс кадастровых работ с последующей постановкой границ участков лесничеств на Государственный кадастровый учёт возможно выполнить в течение года.

Определение и оценка точности площадей в особенности стали актуальными после принятия правительством РФ постановления [1], направленного на определение кадастровой стоимости земельных участков,

базирующейся на их классификации, анализе рыночных цен и иной информации об объектах недвижимости.

Массовая передача участков в собственность, купля, продажа и дарение земель, в том числе городских, поставила новые требования к точности межевания земель, в частности: повышение точности определения площадей участков; приведение в соответствие величин площадей, записанных в свидетельствах на право собственности с фактическими; повышение точности записи этих данных в правоустанавливающих документах.

Поэтому, совершенствование методов и средств, обеспечивающих выполнение вышеперечисленных требований, является актуальной темой научных исследований.

Фотограмметрический метод заключается в определении координат межевых знаков по снимкам, полученным в результате дистанционного зондирования Земли. Согласно [2] фотограмметрическая съемка – это съемка, результатом которой являются фотографические изображения в визуализированном или цифровом виде, пригодные для целей последующей фотограмметрической обработки.

Для оценки точности определения координат характерных точек рассчитывается средняя квадратическая погрешность. При определении местоположения этих точек, совмещенных с контурами географических объектов, изображенных на карте (плане) или аэрофотоснимке, среднеквадратическая погрешность  $M_t$  принимается равной:

$$M_t = K \cdot M ,$$

где  $K$  – коэффициент определения местоположения характерных точек;  $M$  – знаменатель масштаба карты или аэрофотоснимка.

Для фотограмметрического метода  $K$  принимается равным графической точности (например, при определении местоположения характерных точек по фотоснимкам – 0,0001 м).



Для картометрического метода точность ниже. Для населенных пунктов  $K$  принимается равным 0,0005 м, а для земель сельскохозяйственного и иного назначения - 0,0007 м.

В этом заключается основное достоинство фотограмметрического метода: он в 5-7 раз точнее картометрического метода.

Средние квадратические погрешности определения координат характерных точек границ земельных участков по Приказу [3] в зависимости от категории земель равны:

- земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов – 0,1 м;
- земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного, дачного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства – 0,2 м;
- иные земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения – 2,5 м;
- земельные участки, отнесенные к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения – 0,5 м;
- земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов – 2,5 м;
- земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса – 5,0 м;
- прочие земельные участки – 2,5 м.

Расчёт показывает, что ортофотоплан масштаба 1:2000 обеспечивает точность до 0,2 м, что приемлемо для земель практически любой категории кроме точности 0,1 м.

А для масштаба 1:10000 ортофотоплан даёт точность до 1 м, что обеспечивает требуемую точность для 4-х из семи перечисленных выше позиций.

Для наиболее высокой точности 0,1 м (земельные участки в населённом пункте) для определения координат характерных точек картометрическим способом (точность 0,5 мм) требуется картографическая основа не мельче масштаба 1:200. А при использовании ортофотоплана (точность 0,1 мм) его масштаб может быть в 5 раз мельче до 1:1000. Подобный расчёт показывает преимущества ортофотоплана в сравнении с картами и планами.

Между тем в Инструкции [4] предельно допустимая точность в положении предметов и контуров местности на изготовленных ортофотопланах несколько меньше и составляет для незастроенных территорий 0,5 мм, а для застроенных - 0,4 мм в масштабе создаваемого плана. При этом здесь указаны предельно допустимые погрешности, которые следует уменьшить в  $2 \div 2,5$  раза для перехода к средним квадратическим погрешностям, которые составят около 0,2 мм.

Ортофотопланы имеют перспективу по точности. Качественные характеристики ортофотоплана зависят от контроля каждого этапа его изготовления. Уменьшение погрешностей до минимального в каждом технологическом цикле позволяет добиваться значительно более высокой точности конечного продукта. Большое значение по точности имеет качество фототриангуляции [5] и трансформирования снимков. Теоретически погрешности можно довести до значений, соизмеримых с разрешением цифровых снимков на базе ПЗС матриц, которое составляет порядка 0,01 мм.

Местоположение точек и размеры площадных объектов при правильной работе можно определить с точностью, которую дает инструментальная съемка, то есть  $0,1 \div 0,2$  м.

Так, например, определения или уточнения границ лесного фонда было выполнено с погрешностью порядка 0,2 м, что значительно выше нормативной (5,0 м) для этой категории земель. Для земель сельскохозяйственного назначения, где установлен норматив от 1 до 2,5 м, также имеется значительный запас точности.

При высокой точности исходного картографического материала возможно успешное проведение и межевание объектов незначительных площадей населенных пунктов и межселенной территории. В случае плотной застройки или наличия затененности контуров изображения зелеными насаждениями, дополнительно необходимо проводить рекогносцировку местности с элементами дешифрирования.

Следовательно, точность определения координат точек фотограмметрическим способом может обеспечить определение координат межевых знаков, а также, и площадей земельных участков не только в сельских поселениях, но и в малых городах.

Единственным недостатком данной технологии является значительная стоимость изготовления ортофотоплана. При этом периодичность обновления экономически должна быть оправдана.

В настоящее время широко используются технологии беспилотных летательных аппаратов. Они совершенствуются и удешевляются. Повышается качество цифровых съёмочных систем. Уменьшаются их размеры при увеличении разрешения и возможности хранения, передачи огромного количества информации. Актуализация ортофотопланов таким способом на территории, развивающиеся и инвестиционно привлекательные, в ближайшее время будет доступна широкому кругу пользователей для целей выполнения разного рода проектно-изыскательских, землеустроительных и кадастровых работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства РФ "О государственной кадастровой оценке земель" (1999).
2. Приказ Роскартографии от 26.01.2000 № 10-пр "Виды и процессы геодезической и картографической производственной деятельности. Термины и определения. ОСТ 68-14-99".
3. Приказ Минэкономразвития от 17 августа 2012 № 518. Москва."О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек

границ земельного участка, а также контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке".

4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов, ГКИНП (ГНТА)-02-036-02, утверждена приказом Федеральной службой геодезии и картографии России от 11.06.2002г. №84-ПР, Москва, ЦНИИГАиК, 2002.

5. С.В.Ушнова, Ч.Н.Желтко, Я.И.Жулин. О фототриангуляции для составления ортофотоплана. Научные труды КубГТУ, 2015, №2.

#### REFERENCES

1. Resolution of the Government of the Russian Federation "On state cadastral valuation of lands" (1999).

2. Order Roskartographia from 26.01.2000 № 10-pr "Forms and processes geodetic and cartographic production activities. Terms and Definitions. OST 68-14-99."

3. Order of Ministry of Economic Development of 17 August 2012. № 518. Moscow. "On the requirements for accuracy and methods of determining the coordinates of the characteristic points of the boundaries of the land, as well as the contour of the building, structure or object under construction on the land."

4. Instruction on photogrammetric works to create digital topographic maps and plans, GKINP (GNTA) -02-036-02, approved by Order of the Federal Service for Geodesy and Cartography Rosii from 11.06.2002g. №84-PR, Moscow, TsNIIGAiK, 2002.

5. S.V.Ushnova, Ch.N.Zheltko, Ya.I.Zhulin. About triangulation for co-representation orthophoto. Proceedings KubGTU, 2015, №2.

#### *USE OF ORTHOPHOTOS IN LAND MANAGEMENT AND LAND CADASTRE*

**S.V. USHNOVA, CH.N. ZHELTKO, YA.I. ZHULIN**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;  
e-mail: ushnovasv@mail.ru, chnzheltko@mail.ru*

Orthophotomaps all being used as the basis for the mapping of various works on the ground. The purpose of research, the results of which ryh given in the article, is a rationale for the use

fotoplanov (orthophotos) on paper or in electronic form for the land and inventories instead of many other areas of information models.

**Keywords:** phototopography, aerial photographs, orthophotos, cartographic base.